

**PENGARUH PENAMBAHAN
ENZIM β -MANANNASE PADA PAKAN
BERBASIS TEPUNG BUNGKIL KEDELAI
DENGAN LEVEL ENERGI BERBEDA TERHADAP
PERFORMA BURUNG PUYUH PETELUR
(*Coturnix coturnix japonica*)**

SKRIPSI

Oleh :
Ardanariswari Putri Rahajeng
NIM. 145050107111058



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



**PENGARUH PENAMBAHAN
ENZIM β -MANANNASE PADA PAKAN
BERBASIS TEPUNG BUNGKIL KEDELAI
DENGAN LEVEL ENERGI BERBEDA TERHADAP
PERFORMA BURUNG PUYUH PETELUR
(*Coturnix coturnix japonica*)**

SKRIPSI

Oleh :

Ardanariswari Putri Rahajeng

NIM. 145050107111058

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk
memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



**PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM β -MANANNASE
PADA PAKAN BERBASIS TEPUNG BUNGKIL
KEDELAI DENGAN LEVEL ENERGI BERBEDA
TERHADAP PERFORMA BURUNG PUYUH PETELUR
(*Coturnix coturnix japonica*)**

SKRIPSI

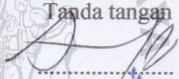
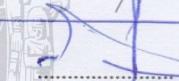
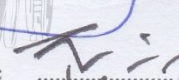
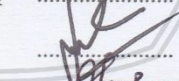
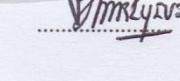
Oleh :

Ardanariswari Putri Rahajeng

NIM. 145050107111058

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana

Pada Hari/Tanggal : Rabu/25 Maret 2018

	Tanda tangan	Tanggal
Pembimbing Utama : <u>Dr. M. Halim Natsir, S.Pt, MP</u> NIP. 19711224 199802 1 001		17 Mei 2018
Pembimbing Pendamping : <u>Dr. Ir. Mashudi, M.Agr.Sc</u> NIP. 19610519 198802 1 001		21 Mei 2018
Dosen Penguji : <u>Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc, M.Sc</u> NIP. 19631002 198802 1 001		15 Mei 2018
<u>Dr. Ir. Puguh Surjowardojo, MP</u> NIP. 19571216 198403 1 001		9 Mei 2018
<u>Dr. Herly Evanuarini, S.Pt, MP NIP.</u> NIP. 19750110 200801 2 003		17 Mei 2018

Mengetahui:

Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya

Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Suyadi, MS

NIP. 196204031987011001

Tanggal :



RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Ardanariswari Putri Rahajeng dilahirkan di Pasuruan, 17 April 1996. Penulis adalah anak kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Irawan dan Ibu Mamik Sustiasning. Pendidikan formal yang ditempuh penulis adalah TK Ngadiwono 1 Tosari, Pasuruan (2000-2002), SDN Ngadiwono 1 Tosari, Pasuruan (2002-2008), SMPN 1 Gondangwetan, Pasuruan (2008-2011), SMAK Mgr. Soegijapranata Pasuruan (2011-2014). Tahun 2014 penulis diterima di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya melalui Seleksi Penerimaan Minat dan Kemampuan (SPMK).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif mengikuti UKM UNIKAHIDHA (Unit Kegiatan Mahasiswa Hindu Dharma) dan menjadi panitia acara UNIKAHIDHA seperti Hindu's Brahmacharya Kompetition dan BUT UNIKAHIDHA. Penulis juga pernah aktif mengikuti LSM Homeband Fakultas Peternakan pada tahun 2014 sebagai staf Management Event. Bulan Juli hingga Agustus 2017, penulis menyelesaikan kegiatan Praktek Kerja Lapang (PKL) di Balai Besar Pelatihan Peternakan (BBPP) Batu dengan mengambil judul "Manajemen Produksi Keju Mozzarella di Balai Besar Pelatihan Peternakan (BBPP) Batu".



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia sehingga penelitian ini dapat terselesaikan hingga tersusun menjadi sebuah skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Enzim β -Manannase pada Pakan Berbasis Tepung Bungkil Kedelai dengan Level Energi Berbeda Terhadap Performa Produksi Burung Puyuh Petelur (*Coturnix coturnix japonica*)”. Penelitian dan penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat mencapai gelar sarjana Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari tanpa bantuan, dukungan, serta bimbingan semua pihak baik moril maupun materil tidaklah mungkin skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Keluarga besar penulis, Bapak Irawan, Ibu Mamik Sustiasning dan Ersaniadhi yang selalu memberikan doa dan dukungannya baik secara moril maupun materil kepada penulis.
2. Dr. Muhammad Halim Natsir, S.Pt. MP selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Ir. Mashudi, M.Agr. Sc selaku dosen pembimbing pendamping serta sebagai Ketua Bagian Minat Nutrisi dan Makanan Ternak (NMT) Fakultas Peternakan Brawijaya yang telah meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, koreksi, saran serta bimbingan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Prof. Dr. Agr. Sc. Suyadi, MS selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya dan seluruh staf wakil dekan yang telah memberikan fasilitas mulai

dari perkuliahan hingga terselesainya penulisan skripsi.

4. Dr. Ir. Puguh Surjowardojo, MP, Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc, M.Sc dan Dr. Herly Evanuarini, S.Pt, MP selaku dosen Penguji yang telah memberikan saran untuk menyempurnakan skripsi.
5. Dr. Ir. Sri Minarti, MP selaku Ketua Jurusan Peternakan yang telah memberikan kelancaran dalam proses penyusunan skripsi.
6. Dr. Agus Susilo, MP selaku Ketua Program Studi Peternakan dan seluruh staf akademik yang telah memberikan kemudahan dalam penelitian dan penulisan skripsi.
7. Tim penelitian puyuh Laudita Setia Busta dan Faisal Najib yang telah bekerja sama dan saling memberikan semangat saat pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi.
8. I Wayan Dede Triana Putra, Galuh Gayatri Martin, Lidia Margareta, Agri Ayunintyas, Rizka Muizzu Aprilia, Aby Juliansyah, Rescha Syahputra, Bahrowi Arsyad, Fransiscus Pratama Putra, Ignatius Priambodo S dan Inabah Insan Fikri dan seluruh teman lainnya yang tidak dapat penulis sebut satu per satu, yang telah memberikan semangat, dukungan dan doa selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

Malang, April 2018

Penulis

**EFFECT OF ADDITION OF β -MANANNASE
ENZYME INTO SOY BEAN MEAL BASED FEED
WITH DIFFERENT ENERGY LEVEL ON LAYER
QUAIL PRODUCTION PERFORMANCE
(*Coturnix coturnix japonica*)**

**Ardanariswari Putri Rahajeng¹⁾, Muhammad Halim Natsir²⁾ and
Mashudi²⁾**

- 1) Student at Animal Nutrition and Feed Department, Faculty of
Animal Science, University of Brawijaya, Malang
- 2) Lecturer at Animal Nutrition and Feed Department, Faculty of
Animal Science, University of Brawijaya, Malang

Email: ardanariswariputrirahajeng@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this research was to determine of addition of β -*manannase* enzyme in soy bean meal (SBM) based feed with different energy level to layer quail production performances. The material used was 90 days old layer quails with a number of 200 birds, divided to 20 unit with 10 birds each unit. The method used was experiment with 5 treatment and 4 replication. The treatment was P₀ (25% SBM based feed with 2900 kcal/kg energy), P₁ (25% SBM based feed with 2871 kcal/kg energy), P₂ (25% SBM based feed with 2842 kcal/kg energy), P₃ (25% SBM based feed with 2813 kcal/kg energy), P₄ (25% SBM based feed with 2784 kcal/kg energy), each treatment added with 0.046% β -*manannase* enzyme. The variable measured were production performances including feed intake, Hen Day Production (HDP), egg mass and feed

conversion. The data were tabulated in Microsoft Excel, and analyzed using ANCOVA of Completely Randomized Design (CRD) with egg mass before treatment as independent variable (X), if the analysis effect's didn't gave significant ($P>0.05$) then continued further with ANOVA, but if the analysis effect's were significant it will further tested with Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The result showed that the effect of addition of β -*manannase* enzyme SBM meal based feed with different energy level were significant on feed intake and HDP ($P>0.05$), but it give a significant effect on egg mass ($P<0.05$) and highly significant on feed conversion rate ($P<0.01$). It could be concluded that the optimum energy decline level on soy bean meal based feed with β manannase enzyme is 2% (2842 Kcal/kg)

Key words: Soy bean meal, β -*manannase*, energy, quail

**PENGARUH PENAMBAHAN
ENZIM β -MANANNASE PADA PAKAN
BERBASIS TEPUNG BUNGKIL KEDELAI
DENGAN LEVEL ENERGI BERBEDA TERHADAP
PERFORMA BURUNG PUYUH PETELUR
(*Coturnix coturnix japonica*)**

Ardanariswari Putri Rahajeng¹⁾, Muhammad Halim Natsir²⁾ dan
Mashudi²⁾

- 1) Mahasiswa Bagian Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas
Pernakan Universitas Brawijaya Malang
- 2) Dosen Bagian Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Pernakan
Universitas Brawijaya Malang

Email: ardanariswariputrirahajeng@gmail.com

RINGKASAN

Pakan mempunyai porsi sebesar 70% dalam biaya produksi ternak, diperlukan upaya untuk mendapatkan pakan dengan kualitas tinggi, mudah didapat serta harga murah. Jagung sebagai sumber energi dan tepung bungkil kedelai sebagai sumber protein nabati merupakan bahan pakan yang banyak digunakan sebagai dasar formulasi pakan unggas di Indonesia karena harganya yang terjangkau, mudah didapat dan kandungan nutrisi yang seimbang. Tepung bungkil kedelai mengandung protein sebesar 44-51% dengan nilai pencernaan protein yang tinggi serta memiliki keseimbangan asam amino yang baik. Tetapi tepung bungkil kedelai mempunyai kelemahan yaitu adanya zat anti nutrisi β -galactomannans yang merupakan *Non-Starch Polysaccharides* (NSP). Struktur molekul β -galactomannans menyerupai patogen yang dapat

menginduksi produksi zat antibodi. Produksi antibodi memerlukan energi, sehingga energi yang seharusnya digunakan untuk tumbuh dan produksi dapat berkurang. Keberadaan β -galactomannans juga dapat meningkatkan viskositas usus yang dapat menghambat absorpsi nutrisi dan berdampak pada menurunnya performa produksi. Enzim β -mannanase merupakan enzim yang dapat memecah β -galactomannans sehingga produksi antibodi menurun serta energi metabolis sepenuhnya digunakan untuk berproduksi, namun enzim β -mannanase tidak ditemui dalam tubuh ternak monogastrik sehingga perlu ditambahkan β -mannanase eksogen dalam pakan untuk meningkatkan efisiensi energi pakan dan meningkatkan performa produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan enzim β -mannanase pada pakan berbasis tepung bungkil kedelai dengan penurunan level energi terhadap performa burung puyuh petelur yang meliputi konsumsi pakan, *Hen Day Production* (HDP), *egg mass* dan konversi pakan.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah burung puyuh petelur sebanyak 200 ekor berumur 90 hari. Kandang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang *battery* sebanyak 20 buah berukuran 50 x 50 x 30 cm dimana tiap petak diisi 10 ekor burung puyuh petelur. Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan lapang menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 ulangan dan tiap ulangan berisi 10 ekor burung puyuh petelur. Perlakuan meliputi P_0 (pakan basal SBM 25% dengan energi 2900 kkal/kg), P_1 (pakan basal SBM 25% dengan energi 2871 kkal/kg), P_2 (pakan basal SBM 25% dengan energi 2842 kkal/kg), P_3 (pakan basal SBM 25% dengan energi 2813 kkal/kg) dan P_4 (pakan basal SBM 25%

dengan energi 2784 kkal/kg). Semua pakan perlakuan di tambahkan enzim β -mannanase yang paling optimal pada penelitian Busta (2017) yaitu dosis 0,046%. Data dianalisa menggunakan analisis peragam (ANAKOVA) dengan menggunakan *egg mass* sebelum penelitian sebagai peubah bebas (X) apabila hasil analisa tidak memberikan perbedaan pengaruh nyata ($P>0,05$) maka dilanjutkan dengan analisis ragam (ANOVA) sedangkan bila memberikan perbedaan pengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan's.

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan enzim β -mannanase pada pakan berbasis tepung bungkil kedelai dengan level energi berbeda tidak memberikan perbedaan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap konsumsi pakan dan HDP, tetapi berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap *egg mass* serta berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap angka konversi pakan dengan penurunan level energi terbaik sebesar 2% (P_2).

Kesimpulan penelitian ini adalah penggunaan enzim β -mannanase mampu meningkatkan pemanfaatan energi metabolisme pakan, penurunan level energi sebesar 2% pada pakan yang ditambahkan enzim β -mannanase pada pakan berbasis tepung bungkil kedelai dapat meningkatkan nilai *egg mass* dan memiliki angka konversi pakan terbaik. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan enzim β -mannanase dalam pakan yang berbasis bungkil inti sawit pada burung puyuh petelur.



DAFTAR ISI

Isi

HALAMAN

RIWAYAT HIDUP	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL.....	xx

BAB I PENDAHULUAN..... Error! Bookmark not defined.

- 1.1 Latar Belakang..... **Error! Bookmark not defined.**
- 1.2 Rumusan Masalah. **Error! Bookmark not defined.**
- 1.3 Tujuan Penelitian.. **Error! Bookmark not defined.**
- 1.4 Manfaat Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- 1.5 Kerangka Konsep Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- 1.6 Hipotesis..... **Error! Bookmark not defined.**

BAB II TINJAUAN PUSTAKA Error! Bookmark not defined.

- 2.1 Enzim β -*Manannase* **Error! Bookmark not defined.**
- 2.2 Bungkil Kedelai (*Soy Bean Meal*) **Error! Bookmark not defined.**
- 2.3 Polisakarida Bukan Pati (*Non-starch polysaccharide*) **Error! Bookmark not defined.**
 - 2.3.1 Selulosa **Error! Bookmark not defined.**
 - 2.3.2 Hemiselulosa **Error! Bookmark not defined.**
 - 2.3.2 Pektin..... **Error! Bookmark not defined.**
- 2.4 Mekanisme Kerja Enzim Pemecah Serat **Error! Bookmark not defined.**
- 2.5 Burung Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) **Error! Bookmark not defined.**
 - 2.5.1 Karakteristik **Error! Bookmark not defined.**
 - 2.5.2 Kebutuhan Nutrisi **Error! Bookmark not defined.**
- 2.6 Penampilan Produksi Burung Puyuh Petelur **Error! Bookmark not defined.**

- 2.6.1. Konsumsi Pakan **Error! Bookmark not defined.**
- 2.6.2. *Hen Day Production* (HDP) **Error! Bookmark not defined.**
- 2.6.3. Berat Telur... **Error! Bookmark not defined.**
- 2.6.4 *Egg mass* **Error! Bookmark not defined.**
- 2.6.5. Konversi Pakan (FCR) **Error! Bookmark not defined.**

BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN **Error! Bookmark not defined.**

- 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- 3.2 Materi Penelitian... **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.2.1 Burung Puyuh Petelur **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.2.2 Kandang **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.2.3 Peralatan Kandang **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.2.4 Pakan **Error! Bookmark not defined.**
- 3.3 Metode Penelitian. **Error! Bookmark not defined.**
- 3.4 Variabel Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.1 Konsumsi Pakan **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.2 *Hen Day Production* (HDP) **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.3 Berat Telur... **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.4 *Egg mass* **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.5 FCR **Error! Bookmark not defined.**
- 3.5 Analisa Data **Error! Bookmark not defined.**

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **Error! Bookmark not defined.**

- 4.1 Pengaruh Perlakuan terhadap Konsumsi Pakan **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2 Pengaruh Perlakuan terhadap HDP (*Hen Day Production*) **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3 Pengaruh Perlakuan terhadap *Egg mass* **Error! Bookmark not defined.**
- 4.4 Pengaruh Perlakuan terhadap Konversi Pakan **Error! Bookmark not defined.**

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN **Error! Bookmark not defined.**

- 5.1 Kesimpulan **Error! Bookmark not defined.**
- 5.2 Saran **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan β -mannan pada Bungkil bungkilan.....	11
2. Kandungan Nutrisi Bungkil Kedelai	12
3. Kebutuhan Zat Makanan Burung Puyuh	18
4. Susunan dan Kandungan Zat Makanan Pakan Penelitian (fase <i>layer</i>)	25
5. Pengaruh perlakuan terhadap konsumsi pakan, HDP, <i>Egg mass</i> dan konversi pakan selama penelitian	31





DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Konsep Penelitian	8
2. Skema Penelitian	27





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Koefisien Keragaman Egg mass	Error! Bookma
2. Konsumsi Pakan (g/ekor/hari)	55
3. Analisis peragam rancangan acak lengkap (RAL) Konsumsi Pakan (g/ekor/hari)	56
4. Hen Day Production (HDP) (%).....	61
5. Analisis peragam rancangan acak lengkap (RAL) HDP (%)	62
6. Berat Telur	67
7. Analisis peragam rancangan acak lengkap (RAL) Berkas Telur	68
8. Egg mass (g/ekor)	73
9. Analisis peragam rancangan acak lengkap (RAL) Egg mass	74
10. Konversi Pakan	79
11. Analisis peragam rancangan acak lengkap (RAL) Konversi Pakan	80
12. Dokumentasi Penelitian	85



DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

ATP	= <i>Adenosine Tri Phospate</i>
SBM	= <i>Soy Bean Meal</i>
MBM	= <i>Meat Bone Meal</i>
CaCO ₃	= <i>Calcium Carbonat</i>
Ca	= <i>Calcium</i>
P	= <i>Phospor</i>
EM	= <i>Energi Metabolis</i>
NSP	= <i>Non-starch polysaccharide</i>
HDP	= <i>Hen Day Production</i>
FCR	= <i>Feed Conversion Rate</i>
NRC	= <i>National Research Council</i>
SNI	= <i>Standart Nasional Indonesia</i>
<i>Et al.,.,</i>	= <i>Et al.,.,ii</i>
g	= <i>Gram</i>
Kg	= <i>Kilo Gram</i>
°C	= <i>Derajat celcius</i>
%	= <i>Persen</i>
Σ	= <i>Jumlah</i>





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unggas merupakan jenis ternak yang cukup berperan besar dalam meningkatkan perekonomian dan sumber daya manusia. Salah satu komoditi ternak unggas yang banyak dikembangkan saat ini yaitu burung puyuh petelur (*Coturnix coturnix japonica*) karena dalam proses pemeliharaannya burung puyuh petelur tidak memerlukan tempat yang luas serta cepat berproduksi. Satu ekor burung puyuh mampu menghasilkan telur sebanyak 250-300 butir/tahun dengan berat rata-rata 10 gram/butir (Nasution. 2007). Selain itu, masa produktif burung puyuh mampu mencapai 2,5 tahun/ 30 bulan (Sitorus. 2009). Banyaknya minat masyarakat dalam budidaya burung puyuh petelur terbukti dengan terus meningkatnya populasi burung puyuh yang ada di Indonesia mulai tahun 2013 sebanyak 12.553.000 ekor dengan produksi telur sebanyak 18.900.000 butir serta 14.427.000 ekor pada tahun 2017 dengan produksi telur sebanyak 25.300.000 butir (Anonimus. 2017). Menurut Kurnia, Praseno dan Kasiyani (2012) telur burung puyuh mempunyai kandungan protein sekitar 13,1% sehingga telur burung puyuh mampu dijadikan sebagai bahan pangan sumber protein hewani dengan harga yang relatif murah dan terjangkau di semua kalangan. Dari tahun ke 2011 hingga 2014 konsumsi telur puyuh terus mengalami perubahan, menurut Anonimus (2017) pada tahun 2011 konsumsi telur puyuh per kapita per tahun sekitar 2,5 butir, tahun 2012 sekitar 3,6 butir, tahun 2013 sekitar 3,1 dan tahun 2014 sekitar 3,5 butir per kapita per tahun. Burung puyuh dapat berproduksi secara optimal dengan dipengaruhi

oleh beberapa faktor antara lain genetik, pakan, lingkungan dan manajemen pemeliharaan. Pakan merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap faktor lainnya. Genetik unggul tidak akan berpengaruh pada produktifitas burung puyuh apabila kualitas pakan yang diberikan rendah. Pakan dengan kualitas baik akan disertai dengan terciptanya lingkungan yang baik bagi ternak yang akan berdampak pada manajemen pemeliharaan.

Sebanyak 70% biaya produksi berasal dari pakan. Untuk menekan biaya pakan dan menjaga ketersediaan pakan maka dibutuhkan bahan pakan yang berkualitas dengan harga relatif rendah dan mudah didapat, salah satunya yang banyak digunakan adalah jagung sebagai sumber energi dan tepung bungkil kedelai sebagai sumber protein. Ketersediaan protein pada pakan unggas sangat penting antara lain sebagai zat pembangun guna memperbaiki atau membentuk jaringan tubuh yang menyusut atau rusak, sebagai cadangan energi serta sebagai zat untuk membentuk hormon, enzim, dan substansi biologis lainnya. Kandungan protein pada tepung bungkil kedelai mencapai 44-51% sehingga dapat dijadikan sebagai sumber protein nabati utama pada pakan unggas karena mempunyai nilai ekonomis yang rendah serta mempunyai pencernaan protein yang tinggi. Selain itu tepung bungkil kedelai mempunyai keseimbangan asam amino yang baik. Kandungan lisin dan metionin yang terkandung dalam bungkil kedelai sekitar 1,17-2,91% dan 0,7-2,51% (Sitompul, 2004) yang memungkinkan penggunaan bungkil kedelai sebagai bahan pakan sumber nabati protein utama pakan unggas dibandingkan dengan bahan pakan sumber protein lainnya. Tetapi penggunaan tepung bungkil kedelai sebagai

sumber protein hewani perlu diperhatikan karena tepung bungkil kedelai mengandung zat antinutrisi berupa β -galactomannans yang merupakan *Non-starch polysaccharide* (NSP). β -galactomannans mempunyai struktur molekul menyerupai patogen sehingga keberadaan β -galactomannans menyebabkan meningkatnya produksi antibodi. Produksi antibodi memerlukan energi, sehingga energi yang seharusnya digunakan untuk tumbuh dan produksi dapat berkurang. Energi metabolisme berkurang hingga 3% akibat respon imun β -galactomannans (Daskiran *et al.*, 2004). Selain itu keberadaan NSP didalam saluran pencernaan dapat meningkatkan viskositas dalam usus yang dapat menghambat absorpsi nutrisi pakan sehingga efisiensi pakan menurun yang berdampak pada menurunnya performa produksi.

Enzim β -mannanase merupakan enzim yang berpengaruh langsung terhadap energi karena mampu memberikan dan menyimpan energi metabolis ternak monogastrik (Daskiran *et al.*, 2004) dengan memecah β -galactomannans (NSP) menjadi bentuk yang lebih sederhana yaitu oligosakarida dan monosakarida mannan sehingga produksi antibodi menurun sehingga energi metabolis sepenuhnya digunakan untuk berproduksi. Keberadaan β -mannanase tidak dapat ditemui didalam tubuh ternak monogastrik sehingga perlu ditambahkan β -mannanase eksogen dalam pakan untuk meningkatkan efisiensi energi pakan dan meningkatkan performa produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan enzim β -mannanase pada pakan berbasis tepung bungkil kedelai dengan penurunan level

energi terhadap performa burung puyuh petelur yang meliputi konsumsi pakan, *Hen Day Production* (HDP), *Egg mass* dan konversi pakan.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan enzim β -mannanase pada pakan berbasis tepung bungkil kedelai dengan penurunan level energi terhadap performa burung puyuh petelur yang meliputi konsumsi pakan, *Hen Day Production* (HDP), *Egg mass* dan konversi pakan.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk mengetahui serta memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan enzim β -mannanase pada pakan berbasis tepung bungkil kedelai terhadap performa produksi burung puyuh petelur.

1.5 Kerangka Konsep Penelitian

Tepung bungkil kedelai merupakan bahan pakan yang banyak digunakan sebagai bahan pakan unggas sumber protein nabati dengan kandungan protein sekitar 44-51%. Keberadaan tepung bungkil kedelai dapat dijumpai pada hampir seluruh pakan unggas karena harganya yang ekonomis dan mempunyai nilai pencernaan yang tinggi Selain itu tepung bungkil kedelai mempunyai keseimbangan asam amino yang baik. Kandungan lisin dan metionin yang terkandung dalam bungkil kedelai sekitar 1,17-2,91% dan 0,7-2,51% (Sitompul, 2004). Namun penggunaan bungkil kedelai sebagai bahan pakan sumber protein utama pada pakan unggas mempunyai

kelemahan karena adanya kandungan zat antinutrisi berupa β -*galactomannans*. Menurut Hsiao *et al.*, (2006) kandungan β -*galactomannans* pada bungkil kedelai dengan kulit ari sebesar 1,26% dan tanpa kulit ari sebesar 1,61%. β -*galactomannans* mempunyai struktur molekul menyerupai agen patogen sehingga keberadaan β -*galactomannans* dapat menginduksi antibodi (Duncan *et al.*, 2002). Pembentukan sel antibodi membutuhkan energi, sehingga energi yang seharusnya digunakan untuk memproduksi berkurang dan berdampak menurunkan produktivitas ternak tersebut. Daskiran *et al.*, (2004) menyebutkan bahwa energi metabolisme berkurang hingga 3% akibat pembentukan sel antibodi.

Keberadaan anti nutrisi pada bahan pakan, dapat ditanggulangi dengan cara penambahan zat aditif pakan berupa enzim. Pemanfaatan enzim pada industri pakan ternak lebih disukai karena ramah lingkungan. Salah satu enzim yang dapat dimanfaatkan pada industri pakan ternak yaitu β -*manannase*. β -*manannase* (mannan endo 1,4- β -mannosidase) merupakan salah satu enzim yang tidak dimiliki ternak monogastrik tapi keberadaanya sangat diperlukan. β -*manannase* mampu membantu memecah zat antinutrisi berupa β -*galactomannans* (NSP) yang terdapat didalam tepung bungkil kedelai menjadi mannan oligosakarida dan kemudian menjadi mannan monosakarida (Lee, 2003).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mehri *et al.*, (2010) penggunaan enzim β - *manannase* sebagai imbuhan pakan ayam pedaging mampu merubah morfologi usus dengan bertambahnya panjang vili usus dan kriptas yang lebih dalam. Pertambahan panjang vili usus dapat meningkatkan penyerapan nutrisi. Penggunaan enzim β - *manannase* juga mampu menurunkan viskositas digesta usus sehingga nutrisi

pakan dapat diserap sempurna dan saluran pencernaan lancar. Selain itu nutrisi yang tersimpan pada matriks dinding sel tumbuhan dapat dimanfaatkan akibat serat kasar polisakarida bukan pati (NSP) telah dipecah oleh enzim β -mannanase. Pemberian enzim β -mannanase baik tunggal maupun kombinasi (koktail) dengan NSPase pada pakan yang dikurangi kandungan energinya dapat meningkatkan pertumbuhan berat badan ayam pedaging (Klein *et al.*, 2015). Pada penelitian tersebut pengurangan kandungan energi pada pakan yaitu sebesar 132 kkal/kg.

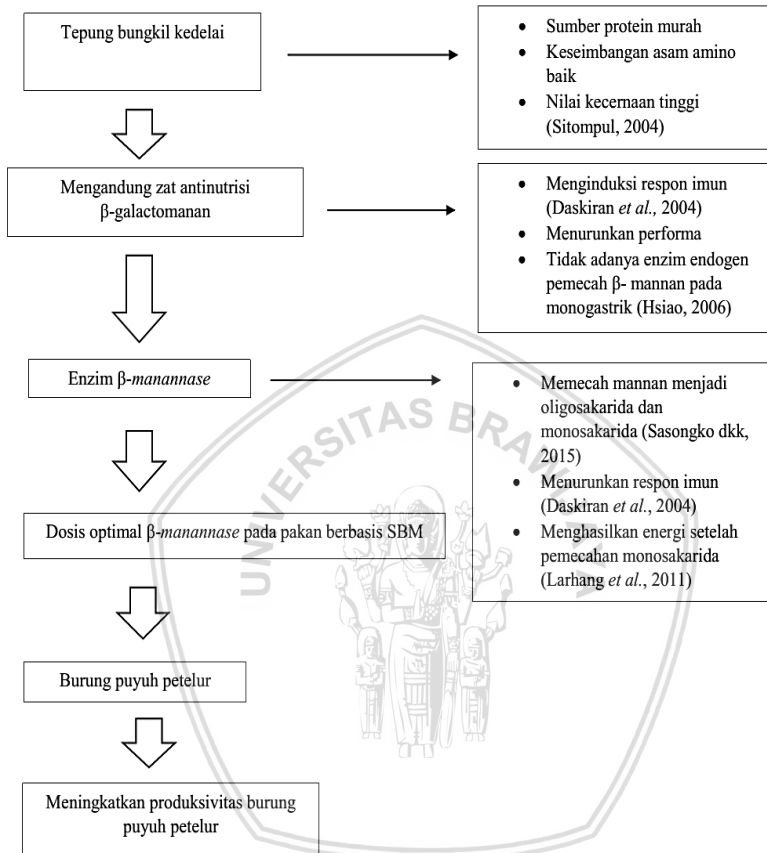
Jackson *et al.*, (1999) dalam penelitiannya mengenai penggunaan enzim β -mannanase pada pakan ayam petelur, didapatkan hasil yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan berat badan dan konversi pakan dengan penggunaan tepung bungkil kedelai baik protein kasar 44% maupun 48% dengan atau tanpa penambahan enzim β -mannanase (mannan endo 1,4- β -mannosidase). Pemberian enzim β -mannanase pada pakan dengan kandungan NSP dapat meningkatkan *Egg mass* dan produksi telur ayam petelur. Wu *et al.*, (2005) dalam penelitiannya menyatakan bahwa terdapat perbedaan nyata terhadap produksi telur dan *Egg mass* pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level energi yang berbeda, dengan atau tanpa penambahan enzim β -mannanase.

Berdasarkan penjelasan diatas maka penulis ingin meneliti lebih dalam penggunaan enzim β -mannanase sebagai aditif pakan terutama pada burung puyuh petelur terhadap konsumsi pakan, *Hen Day Production* (HDP), *Egg mass* dan konversi pakan.

1.6 Hipotesis

Penambahan enzim β -mannanase pada pakan berbasis tepung bungkil kedelai dengan penurunan level energi yang berbeda akan menghasilkan performa burung puyuh yang meliputi konsumsi pakan, HDP, *Egg mass* dan konversi pakan yang berbeda.





Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Enzim β -Manannase

β -manannase secara umum digunakan pada industri kertas untuk ekstraksi lignin dari kayu dan industri ekstraksi kopi instan untuk menurunkan viskositas kopi (Nunes et al., 2006). Saat ini β -manannase telah dikembangkan melalui riset bioteknologi yang menghasilkan enzim β -manannase yang digunakan dalam industri pakan ternak monogastrik yang diisolasi dari bakteri *Bacillus*, fungi *Trichoderma*, ataupun *Aspergillus*. Norita et al., (2010) menyebutkan bahwa β -manannase yang berasal dari *Aspergillus niger* bekerja optimum pada pH 3.5, sedangkan β -manannase dari *Scopulariopsis candida* dapat bekerja optimum hingga pH 6.

Endo-1,4- β -manannase, atau yang biasa disebut dengan β -manannase merupakan jenis dari enzim hemiselulase. Melalui aktivitas sinergis antara β -manannase (mannan endo-1,4- β -mannosidase) dan β -mannosidase (exo- β -mannosidase), enzim ini dapat menghidrolisis polisakarida mannan menjadi oligosakarida dan monosakarida (Sasongko dkk, 2015). Enzim tersebut menghidrolisis ikatan β -(1,4)-dalam rangka utama polimer mannan yang merupakan zat antinutrisi dan menghasilkan rantai pendek manooligosakarida. Selanjutnya senyawa tersebut dipecah oleh kerja enzim β - manosidase (β -D-manosidase [EC 3.2.1.25]) dan α -galaktosidase (EC 3.2.1.22) menghasilkan manosa dan galaktosa4 (Sumardi, 2005). Monosakarida berupa manosa dapat diolah menjadi gula alkohol (monitol) dan oligosakarida berupa monooligosakarida yang berpotensi sebagai prebiotik. Hasil hidrolisis enzim β -manannase berupa

monooligosakarida dapat berfungsi sebagai nutrisi untuk tumbuhnya probiotik seperti *Bifidobacterium sp.* dan *Lacobacillus sp* (Schrezenmeir, 2001)

Menurut Hsiao (2006) β -*manannase* merupakan enzim yang tidak dimiliki ternak monogastrik tapi keberadaanya sangat diperlukan maka dibutuhkan penambahan β -*manannase* eksogen dalam pakan, karena enzim β -*manannase* merupakan enzim yang memiliki korelasi langsung dalam energi karena mampu memberikan dan menyimpan energi metabolis ternak monogastrik (Daskiran *et al.*, 2004). Menurut Larhang *et al.*, (2011) energi yang dihasilkan didapat dari perombakan karbohidrat kompleks polisakarida menjadi karbohidrat sederhana monosakarida dan menghasilkan ATP (*Adenosine Triphospate*). Enzim β -*manannase* dapat meningkatkan penyerapan nutrisi dengan menurunkan viskositas digesta usus (Jackson *et al.*, 2004). Beberapa penelitian seperti yang dilakukan Daskiran (2004), Hsiao (2006), dan Jackson (2006) mengenai β -*manannase*, menyatakan bahwa β -*manannase* merupakan enzim yang dapat memecah β -mannan yang akan berdampak pada peningkatan performa produksi ternak monogastrik. Kandungan β -mannan pada beberapa bungkil sebagai bahan pakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan β -mannan pada Bungkil-bungkilan

Bahan baku	Kandungan β -Mannan (%)
Bungkil inti sawit	30-35
Bungkil kopra	25-30
Bungkil guar	3-9
Bungkil wijen	3.2
Bungkil kedelai (tanpa dikuliti)	1.61
Bungkil kedelai (dikuliti)	1.26
Bungkil bunga matahari	1.20
Bungkil kacang	0.51
Bungkil kanola	0.49
Bungkil biji lupin	0.42
Bungkil biji kapas	0.42

Sumber: Dierick (1989); (1) Hsiao *et al.*, (2006)

Kandungan β -mannan pada bungkil kedelai (SBM) memang lebih kecil dari bahan bungkil inti sawit, bungkil kopra, bungkil guar dan bungkil wijen. Namun karena tingginya penggunaan bungkil kedelai sebagai bahan pakan sumber protein nabati pada unggas, maka keberadaan β -mannan dapat ditemui pada hampir semua pakan unggas dan monogastrik lainnya (Hsiao *et al.*, 2006).

2.2 Bungkil Kedelai (*Soy Bean Meal*)

Bungkil kedelai merupakan hasil samping dari produksi minyak kedelai. Menurut Boniran (1999) bungkil kedelai dibuat melalui beberapa tahapan yakni pengambilan lemak, pemanasan dan penggilingan. Sebagai bahan pakan sumber protein nabati, bungkil kedelai mempunyai kandungan protein yang berbeda sesuai kualitas kacang kedelai dan poses

pengambilan minyak kedelai. Kisaran kandungan protein bungkil kedelai mencapai 44-51%. Pada dasarnya bungkil kedelai dikenal sebagai sumber protein dan energi (Nazilah 2004) selain didalam bungkil kedelai terkandung asam polisakarida (8-10%), arabinoglaktan (5%), selulosa (1-2%), dan 1.3% β -mannan (Dierick, 1989). Kandungan nutrisi bungkil kedelai dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Nutrisi Bungkil Kedelai

Zat Nutrisi	Kandungan Nutrisi (%)
Kadar air	10.96 ± 1.05
Protein Kasar	45.87 ± 1.47
Lemak Kasar	1.60 ± 0.69
Serat Kasar	3.96 ± 0.85
Abu	6.74 ± 0.51

Sumber: Sidiq dan Rosi (2015)

Sebanyak 50% sumber protein nabati untuk pakan unggas berasal dari bungkil kedelai, dengan penggunaan untuk ayam petelur berkisar 10-25% dan pedaging 15-30% (Wina, 1999). Terdapat kelemahan penggunaan bungkil kedelai sebagai sumber protein nabati yaitu keberadaan antinutrisi seperti tripsin inhibitor, asam pitat dan β -mannan (Hsiao, 2006). Tripsin inhibitor dan asam pitat akan mengalami kerusakan akibat adanya pemanasan pada proses pengambilan minyak (Hsiao, 2006). Sedangkan β -mannan merupakan zat antinutrisi yang resisten terhadap panas yang tinggi dan dapat menyebabkan rendahnya sekresi insulin, meningkatkan viskositas digesta usus dan mengurangi retensi nitrogen (Larhang *et al.*, 2011). Menurut Daskiran *et al.*, (2004). β -mannan dalam bungkil kedelai merupakan *Non-starch polysaccharide* (NSP) yang tidak dapat dicerna unggas.

2.3 Polisakarida Bukan Pati (*Non-starch polysaccharide*)

Non-starch polysaccharide (NSP) adalah karbohidrat kompleks yang terlihat di endosperm dinding sel dari biji cereal. Karbohidrat ini sukar dicerna sehingga lolos dari saluran pencernaan dan mengikat air sehingga viskositas cairan di saluran pencernaan tinggi. Meningkatnya viskositas di saluran pencernaan menyebabkan absorpsi menurun dan transport nutrisi menurun (Salasa, 2013).

2.3.1 Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman sekitar 35-50% dari berat kering (Lynd *et al.*, 2002). Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Bangun dasar selulosa berupa suatu selobiosa yaitu polimer dari glukosa. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals (Perez *et al.*, 2002).

2.3.2 Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan kelompok polisakarida heterogen dengan berat molekul dan panjang serat lebih rendah dibandingkan dengan selulosa. Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel. Hemiselulosa adalah polisakarida pada dinding sel tanaman yang larut dalam alkali dan menyatu dengan selulos. Xilan dan glukomanan merupakan dua komponen terpenting hemiselulosa. Keberadaan dua macam hemiselulosa tersebut dalam pakan unggas akan menurunkan performa unggas. Glukomanan merupakan bentuk lain dari mannan, yaitu suatu zat anti nutrisi

yang sangat merugikan bagi unggas dan hewan monogastrik. β -mannan (β -galactomannans) merupakan polisakarida yang mengandung d-manose dan d-galaktosa berulang yang diikat oleh ikatan β -1,4. Komponen utama hemiselulosa adalah hetero-1,4- β -D-xilan and hetero-1,4- β -D-manan (galaktoglukomanan, galaktomanan, dan glukomanan). Heteroxilan terutama ditemukan pada rumput-rumputan, biji sereal, dan kayu keras (Sumardi, 2005).

Menurut Dasiran, *et al.*, (2004) adanya β -mannan dapat menurunkan pertumbuhan dan meningkatkan konversi pakan ayam pedaging secara signifikan. Keberadaan β -mannan dapat menimbulkan respon imun, yang berdampak pada pengeluaran energi sekitar 3% yang seharusnya dapat digunakan untuk produksi. Zat anti nutrisi β -mannan memiliki kemiripan dengan molekul 10 patogen sehingga secara fisiologis tubuh akan merespon dengan sekresi antibodi (Beutler *et al.*, 2006). Dalam penelitian Jackson *et al.*, (2004) β -mannan yang dihidrolisa oleh β -mannanase dapat meningkatkan energi metabolisme dan menurunkan respon imun sehingga tidak ada energi yang terbuang selain untuk produksi.

2.3.2 Pektin

Pektin merupakan polisakarida penguat tekstur dalam sel tanaman yang terdapat diantara selulosa dan hemiselulosa. Bersama-sama selulosa dan hemiselulosa membentuk jaringan dan memperkuat dinding sel tanaman. Senyawa pektin merupakan polimer dari asam galakturonat dengan ikatan β -(1,4)-glukosida (Prasetyowati, Karina dan Healty. 2009)

2.4 Mekanisme Kerja Enzim Pemecah Serat

Enzim merupakan biokatalisator organik yang dihasilkan organisme hidup di dalam protoplasma, yang terdiri atas protein atau suatu senyawa yang berikatan dengan protein (Mustahib, 2011). Poedjiadi dan Supriyanti (2009) menyebutkan bahwa prinsip kerja enzim terbagi menjadi dua tahap. Tahap pertama, enzim berikatan dengan substrat membentuk kompleks enzim substrat. Kedua, kompleks enzim-substrat terurai menjadi produk dan enzim bebas. Enzim akan mempercepat proses reaksi pemecahan senyawa kompleks menjadi lebih sederhana tanpa habis bereaksi dan tanpa pembentukan produk samping yang tidak menguntungkan. Sehingga senyawa kompleks tersebut dapat diserap dan digunakan langsung oleh tubuh, adanya enzim dapat menstabilkan proses reaksi kimia sehingga energi yang diperlukan untuk reaksi tersebut semakin kecil.

Menurut Sheppy (2001), alasan penggunaan enzim yaitu untuk memecah faktor anti nutrisi yang terkandung pada pakan, meningkatkan kesediaan pati, protein dan garam mineral yang terdapat pada dinding sel yang kaya serat, merombak ikatan kimia khusus dan sebagai suplemen enzim pada unggas dimana secara fisiologis enzim endogen belum diproduksi secara optimal. Jackson *et al.*, (2004) menyebutkan bahwa mekanisme kerja enzim pada umumnya sama yaitu dengan menghidrolisa ikatan ikatan β -1,4 glikosida sehingga senyawa kompleks berubah menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna. Dengan penambahan enzim tersebut didapatkan nilai konversi pakan yang rendah (Chiang *et al.*, 2005).

2.5 Burung Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*)

2.5.1 Karakteristik

Burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) merupakan jenis burung puyuh yang mempunyai ukuran tubuh lebih besar dari jenis burung puyuh lainnya dengan karakteristik panjang badan 19 cm, badannya bulat, ekor pendek dan kuat, jari kaki empat buah, warna bulu coklat kehitaman, alis betina sedikit putih, panggul dan dada bergaris (Achmanu, Muharlién dan Salaby 2011). Pengelompokan jenis kelamin jantan dan betina dapat dilihat dari warna bulu. Menurut Listiyowati dan Roospitasari (2009) pada burung puyuh jantan dewasa terdapat bulu-bulu berwarna coklat muda pada bagian atas kerongkongan dan dada yang merata. Sedangkan betina bulu diatas kerongkongan dan dada berwarna coklat muda lebih terang dengan corak coklat tua/hitam.

Klasifikasi burung puyuh menurut Achmad (2011) sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Chordata</i>
Kelas	: <i>Aves</i> (bangsa burung)
Ordo	: <i>Galiformes</i>
Sub Ordo	: <i>Phasianoidae</i>
Famili	: <i>Phasianidae</i>
Sub Famili	: <i>Phasianidae</i>
Genus	: <i>Coturnix</i>
Spesies	: <i>Coturnix coturnix japonica</i>

Budidaya burung puyuh semakin tahun terus meningkat, menurut (Anonimus. 2017) populasi burung puyuh yang ada di Indonesia mulai tahun 2013 sebanyak

12.553.000 dengan produksi telur 18.900.000 butir hingga pada tahun 2017 sebanyak 14.427.000 dengan produksi telur 25.300.000 butir. Hal ini terjadi karena burung puyuh cukup mudah untuk dibiakkan dan menguntungkan dalam segi ekonomi karena ukuran tubuhnya yang kecil sehingga tidak membutuhkan lahan yang luas, cepatnya dewasa kelamin, produksi telur yang tinggi, pendeknya waktu regenerasi, biaya pemeliharaan yang rendah dan lebih resisten terhadap penyakit unggas. Masa produktif burung puyuh mampu mencapai 2,5 tahun/ 30 bulan dengan dewasa kelamin umur 41 hari (Sitorus, 2009) Satu ekor burung puyuh mampu memproduksi sampai 200-300 butir setiap tahun dengan berat sekitar 10 g/butir atau 7-8% dari berat badan. Kebutuhan pakan burung puyuh sekitar 14-24 g/ekor/hari (Sunarno, 2004). Dengan kandungan nutrisi telur burung puyuh antara lain yakni 13,1% protein, 11,1% lemak, 1,6% karbondhidrat dan 1,1% abu (NRC, 2004) lebih baik dari pada kandungan nutrisi telur ayam sebesar 12,7% protein dan 11,3% lemak.

2.5.2 Kebutuhan Nutrisi

Pakan yaitu bahan pakan yang sudah dicampur, baik yang masih akan dilengkapi maupun sudah lengkap dimana mengandung nilai nutrisi yang dapat mencukupi kebutuhan ternak (SNI, 2006). Pakan berperan sangat penting dalam menentukan produktivitas ternak. Pakan dapat dikatakan baik apabila mengandung gizi yang dibutuhkan oleh ternak unggas sesuai dengan jenis dan bangsa unggas, umur, bobot badan, jenis kelamin, dan fase produksi. Kebutuhan gizi burung puyuh hanya dibagi ke dalam tiga kelompok umur yaitu starter, grower dan layer. Kebutuhan protein, asam amino lisin, metionin, dan kebutuhan metionin+sistin menurun

dengan bertambahnya umur burung puyuh. Sebaliknya, kebutuhan energi tetap dan kebutuhan Ca dan P naik begitu burung puyuh mulai bertelur karena Ca banyak dibutuhkan pada saat burung puyuh mulai bertelur yaitu untuk pembentukan kerabang telur (Ketaren. 2010). Berdasarkan (NRC, 1994) fase starter (0-3 minggu) dan grower (3-4 minggu) membutuhkan protein 24% dan energi metabolisme 2900 kkal/kg. Fase produksi (di atas 4 minggu) membutuhkan protein lebih sedikit dari fase starter dan grower yaitu sekitar 20% dan energi metabolisme 2900 kkal/kg (NRC, 1994).

Tabel 3. Kebutuhan Zat Makanan Burung Puyuh

Zat Makanan	<i>Starter</i>	<i>Grower</i>	<i>Layer</i>
Kadar air (%)	10,00 (maks. 14,0)	10,00 (maks. 14,0)	10,00 (maks. 14,0)
Protein (%)	24,0 (min. 19,0)	24,0 (min. 17,0)	20,0 (min. 17,0)
Energi (Kkal EM/kg)	2900 (min. 2800)	2900 (min. 2600)	2900 (min. 2700)
Lisin (%)	1,30 (min. 1,10)	1,30 (min. 0,80)	1,00 (min. 0,90)
Metionin (%)	0,50 (min. 0,40)	0,50 (min. 0,35)	0,45 (min. 0,40)
Metionin + sistin (%)	(min. 0,60)	(min. 0,50)	(min. 0,60)
Ca (%)	0,80 (0,90 - 1,20)	0,80 (0,90 - 1,20)	2,50 (2,50 - 3,50)
P tersedia (%)	0,30 (min. 0,40)	0,30 (min. 0,40)	0,35 (min. 0,40)
P total (%)	(0,60 - 1,00)	(0,60 - 1,00)	(0,60 - 1,00)

Sumber: NRC (1994); SNI (2008)

2.6 Penampilan Produksi Burung Puyuh Petelur

2.6.1. Konsumsi Pakan

Menurut Scott *et al.*, (1992) konsumsi pakan adalah rataan jumlah pakan yang dapat dikonsumsi seekor unggas sesuai periode pemeliharaan atau banyaknya pakan yang diberikan dikurangi sisa pakan yang tidak termakan. Konsumsi

pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain bobot badan, galur, tingkat produksi, tingkat cekaman, aktivitas ternak, mortalitas, kandungan energi dalam ransum dan suhu lingkungan. Kenaikan suhu lingkungan akan menurunkan konsumsi pakan, menurunkan produksi telur, menurunkan ukuran telur, menurunkan kualitas kerabang telur dan sebaliknya meningkatkan konversi pakan serta konsumsi air (North dan Bell, 1990).

Menurut North dan Bell (1990) pakan pada unggas diperlukan untuk *body maintenance*, pertumbuhan, pertumbuhan bulu dan produksi telur. Kebutuhan pakan burung puyuh sesuai dengan ukuran tubuhnya, burung puyuh bertubuh kecil konsumsi pakannya 14 - 24 g/ekor/hari (Sunarno, 2004). Makund (2006) menyatakan bahwa pada puyuh petelur umur 9-19 minggu dengan kandungan energi 2900 Kkal/kg adalah 30,02 gram per ekor per hari sedangkan pada pemberian pakan dengan kandungan energi 2700 Kkal/kg adalah 31,27 gram per ekor per hari. Semakin tinggi kandungan energi pakan, semakin sedikit pakan yang di konsumsi. Menurut Daulay *et al.*, (2007) puyuh dapat menyesuaikan konsumsinya untuk memperoleh cukup energi, oleh karena itu puyuh cenderung mengurangi konsumsi bila energi dalam tubuhnya telah tercukupi dari ransum yang dikonsumsi. Oleh karena itu pemberian ransum pada ternak puyuh harus memperhatikan tingkat efisiensinya agar tidak terjadi pemborosan dan pembuangan ransum (Marsudi dan Saparinto, 2012).

Burung puyuh membutuhkan pakan dengan kandungan protein yang berbeda pada tiap periode. Pada periode starter minimal kandungan protein kasar 24 % dan energi termetabolis 2900 Kkal/kg. Pada periode grower

minimal kandungan protein kasar 20 % dan energi termetabolis 2700 Kkal/kg. Pada periode layer minimal kandungan protein kasar 22 % dan energi termetabolis 2900 Kkal/kg (SNI, 1995). Menurut Tetty (2002) untuk mencapai produksi yang optimum, sebaiknya puyuh pada periode bertelur diberi ransum dengan tingkat protein 20% sedangkan energi metabolis sebesar 2800 Kkal/kg ransum

2.6.2. *Hen Day Production (HDP)*

Menurut Soltan (2008) *Hen Day Production* adalah perbandingan antara produksi jumlah telur dengan jumlah unggas betina. *Hen Day Production* dapat diketahui dengan jumlah telur yang dicatat pada saat itu dibagi dengan jumlah unggas betina pada saat yang sama dikali 100 % (Ozek *et al.*, 2011). Produksi telur pada unggas dipengaruhi oleh strain, umur pertama bertelur, kematian sebelum masa bertelur, konsumsi pakan dan kandungan protein pakan (North and Bell, 1990) sedangkan menurut Setyawan (2006) ditentukan oleh produksi ovum yang dipengaruhi jumlah pakan yang dikonsumsi dan proses hormonal.

Triyanto (2007) menyebutkan bahwa pada awal bertelur produksi telur masih sedikit dan semakin meningkat sesuai pertambahan umur hingga mencapai puncak produksi pada minggu ke-15. Menurut Sugiarto (2005) burung puyuh dengan berat badan 90 - 100 g akan segera mulai bertelur umur 5-6 minggu. Kemampuan berproduksi mulai awal produksi akan terus mengalami kenaikan secara drastis hingga mencapai puncak produksi (top production 98,5 %) pada umur 4-5 bulan dan perlahan-lahan menurun hingga 70 % pada umur 9 bulan. Puyuh betina dapat bertelur antara 200-300

butir/tahun dengan berat telur sekitar 10 g/butir atau 7-8% dari berat badan (Sitorus, 2009)

2.6.3. Berat Telur

Menurut Campbell *et al.*, (1992) berat telur dipengaruhi oleh genetik, umur, besar unggas, dan kandungan nutrisi pakan. North and Bell (1990) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi bobot telur adalah temperatur lingkungan dan konsumsi pakan. Naiknya suhu lingkungan dapat menurunkan ukuran dan kualitas kerabang telur. Ukuran dan bobot telur menentukan ukuran kuning telur dan albumen, sekitar 22–25% dari bobot telur merupakan kuning telur.

Berat telur unggas yaitu 7 % sampai 8 % dari bobot tubuh atau sekitar 10 g. Triyanto (2007) menyatakan bahwa bobot telur sejalan dengan bertambahnya umur hingga dicapai bobot badan yang stabil dan pada minggu ke-9 sampai ke-13 bobot telur sudah stabil diatas 10 gram/butir. Pada penelitian yang telah dilakukan Setyawan (2006) bobot telur puyuh umur 7 minggu sampai dengan 15 minggu adalah 10-12 gram. Hasil penelitian Eishu, *et al.*, (2005) pada burung puyuh yang berumur 8-9 minggu pada suhu 22,5-32 °C, pemberian pakan dengan kandungan protein 22% bobot telurnya 9,2 gram. Pada umur 20-21 dan 31-32 minggu pemberian pakan dengan kandungan protein 22% bobot telurnya 10,1 gram dan 11,0 gram.

2.6.4 Egg mass

Egg mass adalah hasil hitung perkalian antara bobot telur dengan persentase produksi telur (Senkoylu *et al.*, 2005). Massa telur dipengaruhi oleh produksi telur dan bobot telur. Bobot telur dipengaruhi oleh jenis atau tipe puyuh. Temperatur

lingkungan dan konsumsi pakan juga dapat memengaruhi bobot telur. Peningkatan temperatur lingkungan dapat menurunkan ukuran telur dan kualitas kerabang telur (North dan Bell, 1990).

2.6.5. Konversi Pakan (FCR)

Ozek *et al.*, (2011) konversi pakan adalah perbandingan antara produksi telur dibandingkan dengan pakan yang dikonsumsi dalam waktu pengamatan yang sama. Menurut Zainudin dan Syahrudin (2012) angka konversi erat kaitannya dengan konsumsi ransum dan penambahan bobot badan, semakin kecil nilai angka konversi ransum menunjukkan tingkat efisiensi puyuh memanfaatkan pakan menjadi daging dan telur. Hal ini sejalan dengan Ensimer (1992) bahwa semakin rendah angka konversi ransum berarti efisiensi penggunaan ransum semakin tinggi dan sebaliknya semakin tinggi angka konversi ransum berarti tingkat efisiensi semakin rendah.

Konversi pakan dipengaruhi oleh umur, berat ternak, genetik, dan palatibilitas. Selain itu kebutuhan energi dan protein untuk produksi dan hidup pokok, kemampuan ternak untuk mencerna pakan dan memanfaatkan kandungan pakan juga mempengaruhi konversi pakan (Campbell *et al.*, 1992). Ahmadi (2014) melaporkan bahwa konversi ransum pada puyuh umur 8- 14 minggu yang di beri ransum komersil adalah 3,62. Makund (2006) menyatakan bahwa, pemberian pakan pada umur 9-19 minggu dengan kandungan energi 2700 Kkal/kg konversi pakannya adalah 3,43, sedangkan pada kandungan energi 2900 Kkal/kg konversi pakan tidak berbeda yaitu 3,34.

BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian pengaruh penambahan enzim β -mannanase pada pakan berbasis tepung bungkil kedelai terhadap performa burung puyuh petelur ini dilakukan dengan menggunakan perlakuan pakan dan enzim β -mannanase dosis optimum dari penelitian Loudita (2017) yaitu sebesar 0,046%. Selanjutnya dilakukan uji secara *in vivo* pada burung puyuh petelur terhadap performa burung puyuh petelur antara lain; konsumsi pakan, *Hen Day Production* (HDP), *Egg mass*, dan konversi pakan (FCR).

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian secara *in vivo* dilaksanakan di peternakan burung puyuh komersil milik Bapak Iskandar di Jalan Sentana RT.01 RW.02 Desa Bunder, Ampeldento, Karangploso, Kabupaten Malang. Penelitian berlangsung mulai tanggal 24 Juli s/d 21 Agustus 2017.

3.2 Materi Penelitian

3.2.1 Burung Puyuh Petelur

Ternak yang digunakan dalam penelitian ini adalah burung puyuh petelur sebanyak 200 ekor berumur 12 minggu yang diperoleh dari peternakan Bapak Iskandar dengan harga Rp. 16.000/ekor serta memiliki data awal koefisien keragaman pada saat adaptasi yaitu 18,76%. Data koefisien keragaman *egg mass* (g/hari/ekor) dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.2.2 Kandang

Kandang yang digunakan selama penelitian adalah kandang *battery* yang berjumlah 20 unit yang berukuran masing-masing 50 x 50 x 30 cm dengan jumlah 10 ekor burung puyuh petelur dalam satu unit kandang. Tiap unit kandang dilengkapi dengan tempat pakan, minum, penampung ekskreta dan penampung telur.

3.2.3 Peralatan Kandang

Peralatan kandang yang digunakan selama penelitian yaitu timbangan digital dengan kapasitas 3 kg dan ketelitian 0,001 kg, *thermometer* ruang untuk mengukur suhu lingkungan kandang dan *hyghrometer* untuk mengukur kelembaban udara.

3.2.4 Pakan

Pakan yang digunakan merupakan pakan basal dengan penambahan zat aditif berupa enzim β -*mannanase* sebesar 0,046%. Bahan pakan basal untuk burung puyuh petelur fase produksi tersusun atas jagung, tepung ikan, SBM, MBM, dedak, minyak kelapa, metionin, kalsium karbonat (CaCO_3), dan premix. Susunan, kandungan nutrisi pakan untuk penelitian tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Susunan dan Kandungan Zat Makanan Pakan Penelitian (fase *layer*)

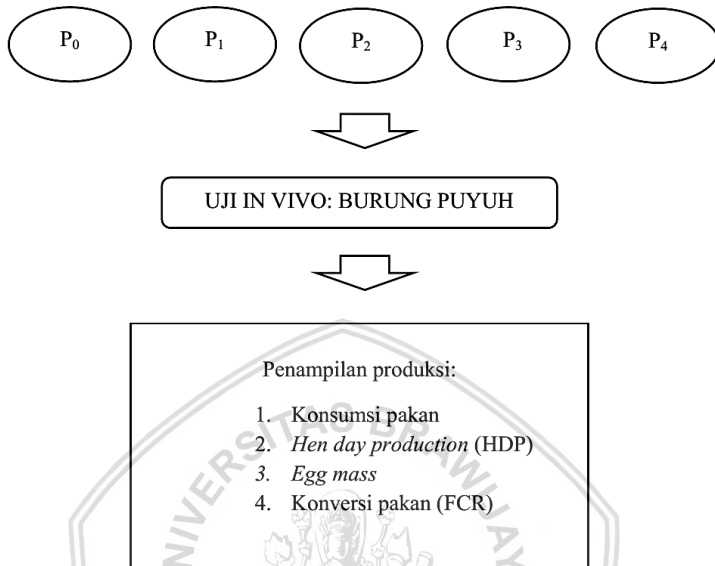
BAHAN PAKAN	P ₀ EM Standart	P ₁ EM (-1%)	P ₂ EM (-2%)	P ₃ EM (-3%)	P ₄ EM (-4%)
Jagung (%)	56,24	56,85	57,4 8	58,11	57,3 6
Tepung ikan (%)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
SBM (%)	25	25	25	25	25
MBM (%)	6	6	6	6	6
Dedak (%)	5	5	5	5	5
Minyak kelapa (%)	2,10	1,49	0,86	0,23	0,19
Metionin (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Premix	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
CaCo ₃	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52
Filler					0,79
TOTAL	100 P ₀	100 P ₁	100 P ₂	100 P ₃	100 P ₄
BAHAN PAKAN	EM Standart	EM (-1%)	EM (-2%)	EM (-3%)	EM (-4%)
<i>Energi metabolis</i>	2900	2871	2842 20,1	2813	2784 20,0
Protein kasar	20,05	20,32	0	20,37	2
Lemak kasar	5,40	4,75	4,14	3,63	3,56
Serat kasar	3,31	3,32	3,33	3,35	3,33
Ca	2,62	2,62	2,62	2,62	2,55
P	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65
Metionin	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Lysin	1	1	1	1	1

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan *in vivo* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pengamatan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan enzim β -mannanase sebesar 0,046 % pada pakan berbasis SBM 25% dengan level energi yang berbeda terhadap performa burung puyuh petelur. Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan dengan 4 ulangan dan setiap ulangan berisi 10 ekor burung puyuh petelur. Perlakuan yang diberikan sebagai berikut:

- P₀ = pakan basal SBM 25% dengan energi standart (2900 kkal/kg)
- P₁ = pakan basal SBM 25% dengan energi -1% (2871 kkal/kg)
- P₂ = pakan basal SBM 25% dengan energi -2% (2842 kkal/kg)
- P₃ = pakan basal SBM 25% dengan energi -3% (2813 kkal/kg)
- P₄ = pakan basal SBM 25% dengan energi -4% (2784 kkal/kg)

Pakan diberikan dengan metode *restricted* atau penjatahan dan minum diberikan secara *ad libitum*. Pakan diberikan sebanyak sekali sehari yaitu pukul 06.00-07.00 WIB, dengan jatah pemberian 27 gram/ekor/hari. Sebelum penelitian mulai dilaksanakan, burung puyuh petelur telah diadaptasi dengan pakan perlakuan selama 1 (satu) minggu. Skema penelitian dapat dilihat di Gambar 2.



Gambar 2. Skema Penelitian

3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi:

3.4.1 Konsumsi Pakan (Feed Intake)

Feed intake merupakan jumlah pakan yang diberikan di kurangi sisa pakan dan pakan yang tercecer. Pengukuran konsumsi pakan dihitung setiap hari dengan satuan gr/ekor/hari (Ozek *et al.*, 2011).

$$\text{Feed Intake (g/ekor/hari)} = \text{Pakan yang diberikan} - (\text{sisa pakan} + \text{pakan yang tercecer})$$

3.4.2 Hen Day Production (HDP)

Hen Day Production merupakan angka yang menunjukkan rata-rata jumlah telur seluruhnya pada sejumlah puyuh yang memproduksi pada waktu tertentu, yang dinyatakan dalam persen (%) (Ozek *et al.*, 2011). HDP dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{HDP (\%)} = \frac{\Sigma \text{Produksi telur hari itu}}{\text{populasi puyuh pada hari yang sama}} \times 100\%$$

3.4.3 Berat Telur

Berat telur puyuh per butir (g) (Ozek *et al.*, 2011).

3.4.4 Egg mass

Egg mass merupakan hasil kali antara berat telur dengan HDP selama periode penelitian (g/ekor/hari) (Ozek *et al.*, 2011).

$$\text{Egg Mass (g/ekor/hari)} = \text{HDP} \times \text{Berat telur}$$

3.4.5 FCR

Konversi pakan merupakan hasil perbandingan antara konsumsi pakan dengan *Egg mass* selama penelitian (Ozek *et al.*, 2011).

$$\text{FCR} = \frac{\text{Konsumsi pakan}}{\text{Egg Mass}} \text{ (g/ekor/hari)}$$

3.5 Analisa Data

Koleksi data dilakukan setiap hari selama penelitian. Data kemudian diolah dengan menggunakan bantuan *software* Microsoft excel. Setelah rata-rata data diperoleh selanjutnya data dianalisis secara statistik menggunakan analisis peragam (ANAKOVA) dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan *egg mass* sebelum penelitian sebagai peubah bebas (X). Apabila diperoleh hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) atau berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan. Apabila analisis peragam (ANAKOVA) menunjukkan hasil yang tidak berbeda, maka analisis statistik dilanjutkan dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA).

Model matematika dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah sebagai berikut:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta x_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, 5 \\ j = 1, 2, \dots, 4 \end{matrix}$$

Dimana:

- y_{ij} : nilai peubah respon pada perlakuan ke- i observasi ke- j
- x_{ij} : nilai *covariate* pada observasi yang bersesuaian dengan y_{ij}
- τ_i : pengaruh perlakuan ke- i
- β : koefisien regresi linier
- ε_{ij} : *random error*
- a : banyaknya kategori pada perlakuan
- n_i : banyaknya observasi pada kategori ke- i



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil pengaruh dari penambahan enzim *β-Manannase* pada pakan yang level energinya diturunkan terhadap penampilan produksi burung puyuh yang meliputi konsumsi pakan, *Hen Day Production* (HDP), *Egg mass* dan konversi pakan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh perlakuan terhadap konsumsi pakan, HDP, *Egg mass* dan konversi pakan selama penelitian.

Perlakuan	Variabel Pengamatan				
	Konsumsi Pakan (g/ekor/hari)	HDP (%)	Berat Telur (g)	<i>Egg mass</i> (g/ekor/hari)	Konversi Pakan
P ₀	25,85 ± 0,79	55,98 ± 3,53	10,51 ± 0,15	5,91 ± 0,40	4,58 ± 0,56
P ₁	25,70 ± 0,81	64,55 ± 2,72	10,40 ± 0,08	6,75 ± 0,32	3,95 ± 0,34
P ₂	26,23 ± 0,78	61,77 ± 4,73	10,33 ± 0,16	6,42 ± 0,46	4,34 ± 0,64
P ₃	26,53 ± 0,78	61,15 ± 0,12	10,36 ± 0,12	6,36 ± 0,27	4,29 ± 0,16
P ₄	26,67 ± 0,24	65,28 ± 1,93	10,26 ± 0,18	6,73 ± 0,28	4,08 ± 0,34

4.1 Pengaruh Perlakuan terhadap Konsumsi Pakan

Konsumsi pakan merupakan banyaknya pakan yang dapat dikonsumsi oleh burung puyuh yang bertujuan untuk dapat bertahan hidup, pertambahan bobot badan dan produksi telur. Rataan nilai konsumsi pakan burung puyuh selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 5, sedangkan perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 3. Rataan nilai konsumsi pakan yang ditunjukkan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi pakan burung puyuh petelur umur 12 minggu mulai dari yang tertinggi yaitu P₄ 26,67 ± 0,24 g/ekor/hari, P₃ 26,53 ± 0,78 g/ekor/hari, P₂ 26,23 ± 0,78 g/ekor/hari, P₀ 25,85 ± 0,79 g/ekor/hari dan P₁ 25,70 ± 0,81

g/ekor/hari, dari data tersebut dapat dilihat bahwa konsumsi pakan pada tiap perlakuan relatif sama. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian Makinde *et al.*, (2014) konsumsi pakan pada puyuh umur 6-22 minggu yaitu 27,30 g/ekor/hari.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan enzim β -mannanase pada pakan yang level energinya diturunkan hingga 4% tidak berpengaruh secara nyata terhadap konsumsi pakan burung puyuh petelur. Perlakuan tidak memberikan perbedaan pengaruh nyata terhadap konsumsi pakan burung puyuh petelur karena pemberian pakan dilakukan secara penjatahan yaitu sebesar 27 g/ekor/hari. Selain itu diduga akibat penambahan enzim β -mannanase mampu meningkatkan efisiensi energi metabolisme sehingga meskipun energi metabolisme pakan perlakuan diturunkan namun respon penggunaan energi metabolis burung puyuh relatif sama. Penambahan enzim β -mannanase mampu menghidrolisis zat antinutrisi berupa β -galactomannan menjadi manan oligosakarida dan monosakarida yang merupakan karbohidrat sederhana yang mudah dicerna oleh saluran pencernaan dan menghasilkan ATP. Sesuai dengan penelitian Daskiran *et al.*, (2004) bahwa penambahan enzim β -mannanase mampu menghidrolisis zat antinutrisi β -mannan, sehingga produksi zat kekebalan akibat respon adanya β -galactomannans dapat dihentikan yang berdampak pada meningkatnya efisiensi energi. Pada penelitian Rehman *et al.*, (2016) konsumsi pakan pada ayam pedaging yang ditambah β -mannanase juga menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan. Chegeni *et al.*, (2011) pada penelitiannya menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan terhadap konsumsi pakan dengan penambahan enzim β -

manannase. Lee *et al.*, (2003) melaporkan bahwa suplementasi enzim β -*manannase* pada pakan broiler menunjukkan nilai konsumsi pakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan unggas tanpa enzim β -*manannase*.

Menurut Daskiran (2004), Vahjen (2005) dan Mussini (2011) penggunaan enzim β -*manannase* pada unggas tidak mempunyai pengaruh negatif. Keberadaan zat anti nutrisi berupa β -*galactomannans* yang merupakan *Non Startch Polysacariddes* (NSP) yang terkandung dalam tepung bungkil kedelai pada pakan dapat meningkatkan produksi zat antibodi karena memiliki pola molekul yang mirip dengan agen patogen. Produksi zat antibodi memerlukan energi, sehingga energi yang seharusnya digunakan untuk tumbuh dan produksi berkurang. Energi metabolisme berkurang hingga 3% akibat respon imun β -*galactomannans* (Daskiran *et al.*, 2004). Selain itu NSP dapat meningkatkan viskositas usus yang dapat menghambat penyerapan nutrisi pada pakan sehingga performa burung puyuh tidak optimal. Menurut Rehman *et al.*, (2016) penambahan β -*manannase* dapat mengurangi viskositas usus akibat dari pemecahan NSP, yang memungkinkan penyerapan nutrisi lebih baik, akibatnya performa meningkat. Suplementasi β -*manannase* bermanfaat untuk meningkatkan pencernaan NSP serta pemanfaatan protein dan energi dari tepung bungkil kedelai (Douglas *et al.*, 2000).

4.2 Pengaruh Perlakuan terhadap HDP (*Hen Day Production*)

Hen Day Production (HDP) merupakan salah satu indikasi untuk mengukur produksi telur yang diperoleh dari produksi telur yang dihasilkan dibandingkan dengan populasi burung puyuh hari itu. *Hen Day Production* dapat diketahui

dengan jumlah telur yang dihasilkan saat itu dibagi dengan jumlah unggas betina pada saat yang sama dikali 100%.

Rataan nilai HDP burung puyuh selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 5, sedangkan perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 5. Rataan HDP (%) telur tertinggi yaitu pada P₄ yaitu $65,28 \pm 1,93$ diikuti oleh rata-rata P₁, P₂, P₃ dan P₀ masing-masing yaitu $64,55 \pm 2,72$, $61,77 \pm 4,73$, $61,15 \pm 0,12$ dan $55,98 \pm 3,53$. Berdasarkan hasil analisis statistik penambahan enzim β -mannanase pada pakan yang level energinya diturunkan hingga 4% (P₄) tidak memiliki pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai HDP. Perlakuan tidak memberikan perbedaan pengaruh nyata diduga karena kandungan nutrisi pakan pada masing-masing perlakuan mencukupi kebutuhan puyuh sehingga tidak berpengaruh pada proses pembentukan telur dan produksi telur. Menurut Sudrajat *et al.*, (2014) kandungan nutrisi yang cukup pada pakan menyebabkan puyuh sehat, sehingga proses pembentukan dan produksi telur dapat berjalan normal. Hasil penelitian ini tidak berbeda dengan penelitian Wiradimaja (2007) burung puyuh petelur pada umur pemeliharaan 8-24 minggu persentase rata-rata produksinya berkisar 55.56%-66.85%. Ahmadi (2014) melaporkan bahwa rata-rata produksi telur puyuh pada umur pemeliharaan 8-14 minggu yang diberi ransum komersil adalah 67,89%.

Produksi telur dipengaruhi oleh jumlah konsumsi pakan dan kandungan nutrisi dalam pakan. Widjastuti dan Kartasudjana (2006) menerangkan bahwa konsumsi energi yang rendah pada unggas fase produksi mengakibatkan penurunan produksi. Tetapi pada penelitian ini, energi pakan yang dikurangi hingga 4% (P₄) dengan penambahan enzim β -mannanase mempunyai nilai HDP tertinggi yaitu 65,28

dibandingkan dengan pakan tanpa pengurangan energi (P_0) sebesar 55,98. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan enzim β -mannanase pada pakan mampu menutupi kekurangan level energi pakan hingga 4%. Diduga hal ini terjadi karena efisiensi energi metabolisme pakan yang ditambahkan enzim manannase meningkat. Penambahan enzim β -mannanase mampu memecah NSP sehingga produksi antibodi berkurang sehingga sepenuhnya energi metabolisme pakan digunakan untuk produksi telur. Menurut Daskiran *et al.*, (2004) sekitar 3% energi metabolisme terbuang akibat dampak dari pembentukan sel kekebalan. Selain itu NSP yang telah dipecah menjadi bentuk lebih sederhana dapat mengurangi viskositas usus sehingga penyerapan nutrisi normal dan berpengaruh pada produksi telur.

4.3 Pengaruh Perlakuan terhadap *Egg mass*

Rataan *egg mass* burung puyuh selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 5, sedangkan perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 9. Rataan nilai *egg mass* (g/ekor/hari) yang ditunjukkan pada Tabel 5 yang terendah hingga tertinggi didapatkan hasil berturut turut adalah P_0 yaitu $5,91 \pm 1,040$, P_3 $6,36 \pm 0,27$, P_2 $6,42 \pm 0,46$, P_4 $6,73 \pm 0,28$ dan P_1 $6,75 \pm 0,32$. Hasil analisis statistik yang disajikan pada Lampiran 9 menunjukkan bahwa penambahan enzim β -mannanase pada pakan yang level energinya diturunkan hingga 4% tidak memberikan perbedaan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap *egg mass* burung puyuh petelur. Pada penelitian yang dilakukan oleh Shahbazi (2012) penggunaan enzim β -mannanase pada pakan berbasis *guar meal* tidak berpengaruh secara nyata terhadap *egg mass*, tetapi pada 3 minggu pertama penelitian penambahan enzim β -mannanase mempunyai nilai

egg mass yang lebih tinggi dibandingkan pakan tanpa penambahan enzim β -mannanase.

Egg mass sendiri diperoleh dari persentase produksi telur harian (HDP) dan bobot telur. Pada tabel 5 menunjukkan bahwa nilai produksi telur harian atau HDP serta bobot telur tidak memberikan perbedaan pengaruh nyata sehingga berdampak pula pada nilai *egg mass*. Produksi telur harian dan bobot telur mempengaruhi *Egg mass*, jika salah satu atau kedua faktor semakin tinggi maka nilai *Egg mass* juga akan meningkat dan begitu pula sebaliknya.

Bobot telur merupakan sifat kualitatif yang dapat ditingkatkan atau diturunkan. Kualitas pakan, jumlah konsumsi pakan, lingkungan kandang serta besar tubuh induk sangat berpengaruh terhadap bobot telur. Kualitas pakan yang rendah akan menurunkan ukuran kuning telur yang dihasilkan, sekitar 22–25% dari bobot telur merupakan kuning telur (North and Bell, 1990). Faktor lain yang mempengaruhi bobot telur adalah temperatur lingkungan dan konsumsi pakan. Naiknya suhu lingkungan dapat menurunkan ukuran, bobot dan kualitas kerabang telur (North and Bell, 1990). Rataan bobot telur yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 10,26–10,53 gram, lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Eishu, *et al.*, (2005) dengan bobot telur 9,2 gram yang menggunakan pakan dengan kandungan protein sama yaitu 22%.

4.4 Pengaruh Perlakuan terhadap Konversi Pakan

Konversi pakan merupakan perbandingan antara konsumsi pakan dengan produksi yang dihasilkan. Konversi pakan digunakan untuk mengukur efisiensi penggunaan pakan dalam memproduksi telur. Angka konversi pakan berikatan

erat dengan konsumsi pakan dan produksi telur, semakin kecil angka konversi pakan menunjukkan bahwa efisiensi penggunaan pakan tinggi dan sebaliknya semakin tinggi angka konversi pakan berarti semakin rendah tingkat efisiensi pakan. Pakan yang memiliki kualitas baik memiliki angka konversi pakan yang rendah. Kualitas pakan sangat ditentukan oleh keseimbangan nutrisi yang terkandung didalamnya.

Rataan nilai konversi pakan burung puyuh selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 5, sedangkan perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 11. Rataan angka konversi pakan yang ditunjukkan pada Tabel 5 yang terendah hingga tertinggi didapatkan hasil berturut turut adalah P_1 yaitu $3,95 \pm 0,34$, P_4 $4,08 \pm 0,34$, P_3 $4,29 \pm 0,16$, P_2 $4,34 \pm 0,64$ dan P_0 $4,58 \pm 0,56$. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan enzim *β -mannanase* pada pakan yang level energinya diturunkan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap konversi pakan pada 28 hari penelitian. Diduga karena enzim *β -mannanase* mampu meningkatkan efisiensi energi pada pakan dengan level energi rendah sehingga nilai *egg mass* dan konsumsi pakan sama baiknya dengan pakan energi standart untuk burung puyuh fase produksi yang berdampak pada rendahnya angka konversi pakan. Selain itu penambahan enzim *β -mannanase* dapat meningkatkan penyerapan nutrisi akibat menurunnya viskositas digesta usus. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rehman *et al.*, (2016) penambahan *β -mannanase* dalam pakan energi rendah secara signifikan memperbaiki konversi pakan pada broiler diawal penelitian hingga hari ke-35, namun efek ini tidak signifikan pada hari ke-42. Menurut Chegeni, Torki dan Kamyab (2011) suplementasi *β -mannanase* dalam pakan meningkatkan konversi pakan broiler fase pertumbuhan.

Menurut Campbell *et al.*, (1992) konversi pakan dipengaruhi oleh umur, berat ternak, genetika, dan kualitas pakan. Selain itu kemampuan ternak untuk mencerna pakan dan memanfaatkan kandungan pakan juga mempengaruhi konversi pakan. Kualitas pakan ditentukan oleh keseimbangan zat-zat pakan dan kesesuaian kandungan nutrisi dalam pakan sesuai kebutuhan burung puyuh petelur. Kurangnya salah satu kandungan nutrisi dalam pakan mengakibatkan peningkatan konsumsi pakan untuk mencukupi kebutuhan nutrisi yang kurang. Konversi pakan diperoleh dari perbandingan antara konsumsi pakan dan *egg mass* selama penelitian. Konsumsi pakan dan *egg mass* yang diperoleh dalam penelitian ini tidak berbeda nyata karena dalam jumlah pakan yang diberikan sama serta adanya penghematan energi metabolisme akibat penambahan enzim β -mannanase. Penambahan enzim β -mannanase mampu memperbaiki viskositas usus dengan memecah NSP sehingga mampu memperbaiki laju digesta usus. Menurut Ahmad (2008) semakin optimal laju digesta dalam alat pencernaan serta komposisi pakan dengan nutrisi yang seimbang maka semakin tinggi pertumbuhan dan produktivitas ternak. Penyerapan nutrisi dalam pakan yang baik meningkatkan efisiensi pakan sehingga angka konversi pakan menurun.

Adanya enzim β -mannanase mampu meningkatkan pencernaan pakan dengan menghidrolisis zat anti nutrisi yaitu β -galactomannan yang berupa polisakarida mannan menjadi oligosakarida dan monosakarida sehingga lebih mudah untuk dicerna dan diabsorpsi didalam laju pencernaan. Selain itu adanya enzim β -mannanase dapat memecah NSP yang mempunyai struktur molekul menyerupai agen patogen, adanya NSP meningkatkan produksi zat antibodi yang

menyebabkan berkurangnya energi metabolisme yang seharusnya digunakan untuk produksi telur. Sehingga penambahan enzim β -mannanase pada pakan dengan penurunan level energi pakan menghasilkan angka konversi pakan yang lebih baik yaitu dengan meningkatkan pencernaan β -galactomannan melalui degradasi polisakarida mannan menjadi oligosakarida dan monosakarida mannan serta mengurangi penggunaan energi metabolisme untuk produksi zat antibodi sehingga efisiensi pakan meningkat.





BAB V

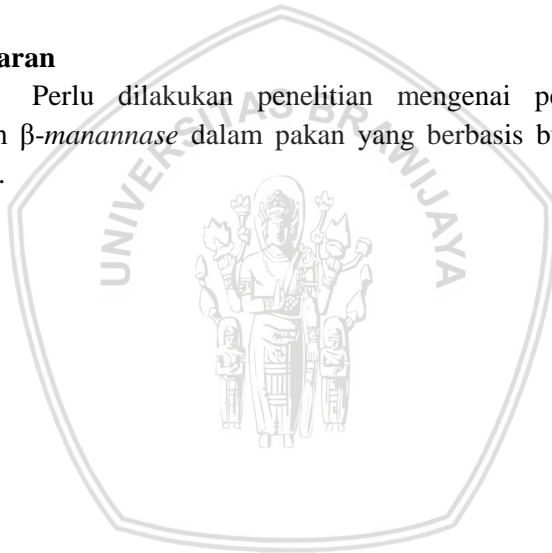
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penurunan level energi sebesar 2% pada pakan berbasis tepung bungkil kedelai dengan penambahan enzim β -*mannanase* mempunyai nilai *Egg mass* dan angka konversi pakan terbaik.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan enzim β -*mannanase* dalam pakan yang berbasis bungkil inti sawit.





DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, D. H. 2011. Performa produksi burung puyuh (*Cortunix-cortunix japonica*) yang diberi pakan dengan suplementasi omega-3. Skripsi. Fakultas Peternakan, IPB : Bogor
- Achmanu, Muharliien, dan Salaby. 2011. Pengaruh lantai kandang (rapat dan renggang) dan imbalanced jantan-betina terhadap konsumsi pakan, Bobot Telur, Konversi Pakan dan Tebal Kerabang Pada Burung Puyuh. J. Ternak Tropika 12(2):1-14
- Ahmadi, S.E.T. 2014. Produktivitas puyuh petelur *Coturnix coturnix japonica* yang diberi tepung daun jati (*Tectona grandis Linn. f.*) dalam ransum. Skripsi. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Anonimus. 2017. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Jakarta
- Beutler, B., Z. Jiang, P. Georgel. 2006. Genetic analysis of host resistance: toll-like receptor signaling and immunity at large. Annu. Rev. Immunol. 24(1):353-389
- Boniran. 1999. Quality Control Untuk Bahan Baku dan Produk Akhir Pakan Ternak. Kumpulan Makalah Feed Quality Management Workshop. American Soybean Association dan Balai Penelitian Ternak
- Campbell, G.L. dan M.R. Bedford. 1992. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. Can. J.Anim.Sci. 72(3):449 – 466
- Chegeni, A., M. Torki and A. Kamyab. 2011. Effects of β -*manannase*-based enzyme in corn-soy and corn-soy-

- canola diets on broiler performance. Journal of Applied Animal Research. 39(03):261-268
- Chiang, C.C., B.Yu. dan P.W.S. Chiou. 2005. Effect of xylanase supplementation to wheat-based diet on the performans and nutrient availability of broiler chickens. Asian-Aust.J.Anim.Sci. 18(1):1141-1146
- Daskiran, M., R.G. Teeter, D.W. Fodge and H.Y. Hsiao. 2004. An evaluation of endo- β -D-manannase (Hemicell) effects on broiler performance and energy use in diets varying in β -mannan content. Poultry Science 83(1):662-668
- Daulay, A.H., I. Bahri, K. Sahputra. 2007. Pemanfaatan tepung buah mengkudu (*Morinda Colticfolia*) dalam ransum terhadap performans burung puyuh (*Coturnix-coturnix japonica*) umur 0-42 hari. J Agrib Pet. 3(1):23-28
- Dierick, N.A. 1989. Biotechnology aids to improve feed and feed digestion: enzyme and fermentation. Archives of Animal Nutrition (Berlin) 39(3):241– 246
- Douglas, MW., CM. Parsons and MR. Bedford. 2000. Effect of various soybean meal sources and Avizyme on chick growth performance and ileal digestible energy. Journal Applied Poultry Research. 9(1):74-80
- Duncan C.J., N. Pugh, D.S. Pasco and S.A. Ross. 2002. Isolation of a galactomannan that enhances macrophage activation from the edible fungus *Morchella esculenta*. J Agric Food Chem. 50(20):5683-5685
- Eishu, Ri. 2005. Effects of dietary protein levels on production and caracteristics of japanese quail egg. The Journal of Poultry Science, 42(2):130-139

- Ensminger, M.A. 1992. Poultry Science (Animal Agricultural Series). 3th Edition. Instate Publisher, Inc. Danville, Illiones
- Hagglund, P. 2002. Dissertation. Mannan-hydrolysis by hemicellulases: enzyme-polysaccharide interaction of a modular β -mannanase. Department of Biochemistry. Lund University. Sweden
- Hanafiah, K.A. 2014. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. Edisi Ketiga. RajaGrafindo Persada. Jakarta
- Hsiao, H.Y., D.M Anderson and N.M. Dale. 2006. Levels of β -mannan in sobean meal. Poultry Science 85(8):1430-1432
- Jackson, M.E., H.Y. Hsiao., D.A. Anderson, R.L. James, and G.F. Mathis. 2004. Effects of purified β -mannanase and commercial product, Hemicell on performance and uniformity in commercial broilers compared with dietary nutrient adjustment. Poultry Science. 83(1):396
- Ketaren, Pius Pertumpuan. 2010. Kebutuhan Gizi Ternak Unggas di Indonesia. WARTAZOA. 20(4):172-180
- Klein J., M. Williams, B. Brown, S. Rao and J. T. Lee. 2015. Effects of dietary inclusion of cocktail NSPase and β -mannanase separately and in combination in low energy diets on broiler performance and processing parameters. J. Appl. Poult. Res. 24(4):489–501
- Kurnia, Shinta Dwi., Koen Praseno, Kasiyat Kasiyati. 2012. Indeks kuning telur (IKT) dan haugh unit (HU) telur puyuh hasil pemeliharaan dengan pemberian kombinasi larutan mikromineral (Fe, Co, Cu, Zn) dan vitamin (A, B1, B12, C) sebagai drinking water. 20(2):43-47

- Kusumoastuti, E.S. 1992. Pengaruh zeolit dalam ransum puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) terhadap produksi dan kualitas telur pada periode produksi umur 13-19 minggu. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Larhang, R. and M. Torki. 2011. Evaluating performance of broilers fed guar meal-included diet supplemented by enzyme. First International Conference, Babylon and Razi Universities:243-247
- Lee, J.T., C.A. Bailey and A.L. Cartwright, 2003. β -*manannase* ameliorates viscosity-associated depression of growth in broiler chickens fed guar germ and hull fractions. Poult. Sci. 82(12):1925-1931
- Listiyowati, E and K. Roosпитasari. 2009. Beternak Puyuh Secara Komersial. Penebar Swadaya. Jakarta
- Lynd L.R., P.J. Weimer, W.H. Zyl van and I.S Pretorius. 2002. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. Microbiol Mol Biol Rev. 66(3):506-77
- Makund, M. Kaddam, A. B. Mandal, A. V. Elangovan and S. Kaur. 2006. Response of laying japanese quail to dietary calcium levels at two levels energy. The Journal of Poultry Science. 4(3):351-356
- Marsudi dan Saparinto. 2012. Puyuh. Cetakan ke-1. Penebar Swadaya . Jakarta
- Mehri M., M. Adibmoradi, A. Samie, D.M. Shivazas. 2010. Effects of β -*manannase* on broiler performace, gut morphology and immune system. Afr. J. Biotechnol. 9(1):6221-6228
- Makinde, O.J., T.S.B. Tegbe, S.E. Babajide, I. Samuel, and E. Ameh. 2014. Laying performance and egg quality characteristics of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) fed palm kernel meal and brewer's dried

- grain based diets. Science Education Development Institute. 4(2):1514-1521
- Mussini, F.J., C.A. Coto, S.D. Goodgame, C. Lu, A.J. Karimi, J.H. Lee and P.W. Walldroup, 2011. Effect of β -mannanase on broiler performance and dry matter output using corn-soybean meal based diets. Int. J. Poult. Sci. 10(10): 778-781
- Mustahib. 2011. *Enzim*.
<http://biologi.blogsome.com/2011/08/16/enzim/>.
 Diakses. 16 Agustus 2017
- Nasution, Z. 2007. Pengaruh suplementasi mineral (Ca, Na, P, Cl) dalam ransum terhadap performance dan IOFC burung puyuh (*Cortunix cortunix japonica*) umur 0-42 Hari. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan
- National Research Council. 1994. Nutrient requirement of poultry, *9th Revised Edition*. National Academy Press. Washington D.C. 107-108
- Nazilah, R., 2004. Kajian interaksi sifat fisik dan kimia bahan pakan serta pencernaan lemak pada kambing. Skripsi Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- North, M. O. and D. D. Bell. 1990. Commercial Chicken Production Manual. 4th Edition. Chapman and Hall. New York
- Norita, M.S., M. Rosfarizan and A. B. Ariff. 2010. Evaluation of the activities of concentrated crude mannan-degrading enzymes produced by *Aspergillus niger*. Malays. J. Microbiol. 6(2):171-180
- N.R.C. (National Reserch Concil). 2004. Nutrient Requirement of Poultry. USA

- Ozek, K., K.T. Wellmann, B. Ertekin, and B. Tarim. 2011. Effect of dietary herbal essential oil mixture and organic acid preparation on laying traits, gastrointestinal tract characteristics, blood parameters and immune response of laying hens in a hot summer season. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 20(4): 575-586
- Panekenan J.O., J.C. Loing., B. Rorimpandey dan P.O. Vwaleleng. 2013. Analisis keuntungan usaha beternak puyuh di Kecamatan Sonder Kabupaten Minahasa. *Jurnal Zootek*. 32(5):1-10
- Pérez, Torrado R., A. J.V. Gimeno and E. Matallana. 2002. Wine yeast strains engineered for glycogen overproduction display enhanced viability under glucose deprivation conditions. *J.Appl. Environ Microbiol*. 68(7):3339-44
- Poedjiadi, A., dan F.M.T. Supriyanti. 2009. *Dasar-dasar Biokimia*. Universitas Indonesia. Jakarta
- Prasetyowati., K.P. Sari dan H. Pesantri. 2009. Ekstraksi pektin dari kulit mangga. *Jurnal Teknik Kimia*. 4(16):42-49
- Rehman, Z.U., T. Aziz, S.A. Bhatti, G. Ahmad, J. Kamran, S. Umar, C. Meng and C.Ding. 2016. Research article effect of β -*mannanase* on the performance and digestibility of broilers. *Asian J. Anim. Vet. Adv*. 11(7):393-398
- Salasa. M. 2013. Zat antinutrisi pada bahan pakan ternak.
- Sasongko. Ashadi, Yopi, N. Rahmani, P. Lisdiyanti dan E. Saepudin. 2015. Enzymatic hydrolysis of mannan from konjac (*Amorphophallus sp.*) using *mannanase*

- from *Streptomyces lipmanii* to produce manno-oligosaccharides. Makara J. Sci. 19(3):110-116
- Scott, M.L., C. Nesheim and R.J. Young. 1992. Nutrition of the Chicken. 3rd Ed. Cornell University. M.L. Scott of Ithaca. New York
- Schrezenmeir. J. and M. de Vrese. 2001. Probiotics, Prebiotics, and synbiotics approaching definition. American Journal of Critical Nutrition. 73(2):361-364
- Senkoylu N., Samli H. E., Akyurek H., Agma A. and Yasar S. 2005. Performance and egg characteristics of laying hens fed diets incorporated with poultry by-product and feather meals. J. Appl. Poult. Res. 14(1):542-547
- Setyawan, M. 2006. Menyinari Layer, Menangguk Telur. www.poultryindonesia.com
- Shahbazi, H. R. 2012. Dietary inclusion of guar meal supplemented by β -mannanase i) evaluation performance of laying hens. Annals of Biological Research 3(6):3004-3008
- Sheppy, C. 2001. The Current Feed Enzyme Market and Likely Trends. In Enzymes in Farm Animal Nutrition. Bedford, MR and GG Patridge (Eds). CABI publishing. UK.
- Sidiq, Fajrin dan E.A.A. Rossy. 2015. Menghadapi variasi kualitas bahan baku pakan yang beredar di indonesia. Trouw Add Science. 6(2):1-4
- Sinurat. Arnold P., S. Bahri, S. Muharsini, W. Puastuti, A. Priyanti, I.S. Nurhayati dan Priyono. 2017. Kebijakan Pengendalian Penggunaan Antibiotic Growth Promotors dan Ractopamine Dalam Mendukung Keamanan Pangan Nasional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor

- Sitompul, S.. 2004. Analisis asam amino dalam tepung ikan dan tepung kedelai. Buletin teknik pertanian. 9(1):33-37
- Sitorus, J.P.P.A.G. 2009. Pemanfatan pemberian tepung cangkang telur ayam ras dalam ransum terhadap performans burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) umur 0-42 hari. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Soltan, M. A. 2008. Effect of dietary organic acid supplementation on egg production, egg quality and some blood serum parameters in laying hens. International Journal of Poultry Sciences. 7(6):613-621
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2006. Pakan Burung Puyuh Petelur. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Standar Nasional Indonesia, 01-3905-1995. Ransum Puyuh Petelur Pemula (Quail Starter)
- Sudrajat D, D. Kardaya, E. Dihansih, dan S.F.S Puteri. 2014. Performa produksi telur burung puyuh yang diberi ransum mengandung kromium organik. JITV. 19(4): 257-262
- Sugiarto, R. E. 2005. Meningkatkan Keuntungan Beternak Puyuh. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Sumardi. 2005. Optimasi produksi enzim β -mannanase ekstraseluler dari bakteri *Geobacillus stearothermophilus* L-07. J. Sains Tek. 11(2):66-71
- Sunarno. 2004. Potensi Burung Puyuh. Majalah Poultry Indonesia Edisi Pebruari. 61.
- Tetty. 2002. Puyuh Si Mungil Penuh Potensi. Agro Media Pustaka. Jakarta

- Triyanto. 2007. Performa produksi burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) periode produksi umur 6 -13 minggu pada lama pencahayaan yang berbeda. Skripsi. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Wina, E. 1999. Kualitas protein bungkil kedelai: Metode analisis dan hubungannya dengan penampilan ayam. Kumpulan Makalah Feed Quality Management Workshop. American Soybean Association dan Balai Penelitian Ternak.1-3
- Widodo A. R., H. Setiawan, Sudiyono, Sudibya dan R. Andeswari. 2013. Kecernaan nutrisi dan performan puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) jantan yang diberi ampas tahu fermentasi dalam ransum. Tropical Animal Husbandry 2(1):52-58
- Wiradimadja R. 2007. Dinamika status kolesterol pada puyuh jepang (*Coturnix-coturnix japonica*) yang diberi daun katuk (*Saurapus androgynus L.Merr.*) dalam Ransum [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Wu G., M.M. Bryant, R.A. Voitle and D.A. Roland. 2005. Effect of dietary energy on performance and egg composition of Bovans White and Dekalb White hens during phase I. Poultry Science 84(1):1610-1615
- Zainudin, S. dan Syahrudin. 2012. Pemanfaatan tepung keong mas sebagai substitusi tepung ikan dalam ransum terhadap performa dan produksi telur puyuh. Laporan Penelitian. Fakultas Ilmu -Ilmu Pertanian Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo

